

(2) 三朝温泉附近の花崗岩に就て

岡山大学温泉研究所

相 馬 徳 蔵

花 崗 岩 の 分 布

三朝温泉附近の基盤岩石は花崗岩であり、花崗岩は西方では大山の火山岩層、三朝温泉近くの高い処、東方及び北方では olivine-augite basalt・hypersthene andesite 等を含む主にアルカリ岩系・ピジョン輝石岩系に属する板状節理の多い火山岩でおゝわれ、北方では又礫岩を含む第三紀の堆積岩でおゝわれている。従来の地質図によれば、三朝温泉附近の花崗岩は、いわゆる中国バソリスの一部の中生代後期又は古第三紀に属する花崗岩である。

花崗岩の肉眼的観察

三朝温泉附近の花崗岩は全体的に風化しており薄桃色で、黒雲母・磁鉄鉱の黒いはん点があり、ゼノリスは殆ど見あたらないが倉吉図巾の南部の方面の鉛山附近及び人形峠附近は直径が5~10cm位のゼノリスが多い。

ポーフィロブラストは少く花崗岩の鉱物の粒の大きさにはいろいろ変化があるが、温泉研究所の南方約1kmには径約3cmの石英・微斜長石パーサイトから出来ているアプライトペグマタイトがあり、又ところどころに細粒のアプライト質花崗岩や細粒のアプライトの岩脈があって、これらの分布には規則性はなく走向も一定していない。花崗岩には走向がN20°~30°E及びそれにほぼ直角のN70°~80°Wの節理が多く、それらに平行な安山岩質岩石の岩脈が多い。又ところどころに断層やずれがあるがそれらが花崗岩体中で系統的

であるかどうかかわからない。

顕微鏡その他による花崗岩の観察

三朝温泉附近の花崗岩を作っている主な鉱物は石英・カリ長石（微斜長石パーサイト）・斜長石（オリゴクレーズ）・黒雲母であり、角閃石・白雲母はない。他に副成分鉱物として磁鉄鉱・褐レン石・ジルコン・クサビ石・燐灰石等がある。

石英は一般にひずみを受けて波動消光を示すものが多い。

三朝町坂戸附近に見られる微斜長石のポーフィロブラストのスペクトル分析によると普通の微斜長石の化学成分と殆ど変りはないが、たゞCuがポーフィロブラストの微斜長石の方で僅に多い。倉吉図巾の南部鉛山方面で微斜長石パーサイトのアルバイトの部分は微斜長石の中でしめる割合が三朝温泉方面のそれよりも一般に小さく、関金温泉方面のそれは三朝温泉方面のそれよりも一般に大きい。

斜長石の量はあまり多くなく、オリゴクレーズである。全般的に、特に三朝温泉の西方でオリゴクレーズには帯状構造が発達し、その外縁部はミルメカイトとなっている。

黒雲母は薄片で淡いこげ茶色で多色性がはげしい。地域による色の変化はなく、三朝温泉の近くでは $r=1.625\sim1.635$ 位で、Feのあまり多くはないレピドメレーンに属する。

副成分鉱物並びに温泉水中のRn

と花崗岩との関係に就ての考察

磁鉄鉱はかなり多量にあり、燐灰石・クサ

ピ石は少い。クサビ石は無色なやゝ褐色でいくらかの α 放射能を持っている。ジルコンは淡褐黄色でしばしば黒雲母に多色性ハローを与えているが、ハローの大きさや色の濃淡とオートラジオグラフによって観察される α 線の量とは必ずしも比例しない。三朝温泉附近の花崗岩には褐レン石が極めて普通でこれにも α 線が多くジルコンに次ぎその量が約 $1/_{10}$ であるが含有量はジルコンの約100倍あって、これも黒雲母に多色性ハローを与えていることがある。褐レン石はジルコン・クサビ石と共に三朝温泉附近の花崗岩が有する放射能の主な源である。又モナザイトもあり、これらの鉱物にメタミクティゼーションはジルコンに少しある他にはない。

今三朝温泉に於て総湧出量を1500ℓ/minその平均ラドン含有量を100マツヘとしてこの

るから右辺のNが存在すべきウランの原子数とおくことが出来る。ウラン・ラジウム系列の崩壊過程で生ずるラドンの3~30%が系列から失われ (Giletti & Kulp (1955)) 自由なガス体となり、更にそのうちの0.1~1%が温泉水中に入つてラドンとして測定されるものとする、三朝温泉の地下に存在すべきウランの全量は $4.7 \times 10^4 \sim 4.7 \times 10^2$ トンであり、温泉水中のラドンを生ずる親としてラジウムのみを考えれば $1.5 \times 10^{-2} \sim 1.5 \times 10^{-4}$ トンである。これだけの量のウラン又はラジウムが地下の岩石に含まれ、温泉水に影響を及ぼしている岩石の体積が $1000\text{m} \times 200\text{m} \times 10\text{m}$ とすれば地下に於けるウランの含有量は $8.9 \times 10^{-3}\text{g/g} \sim 8.9 \times 10^{-5}\text{g/g}$ 、ラジウムの含有量は $2.8 \times 10^{-9}\text{g/g} \sim 2.8 \times 10^{-11}\text{g/g}$ となる (第一表)。

第 1 表

総湧出量:1500ℓ/min	Rn含有量:100mache
Uの場合	Raの場合
$-\frac{dN_o}{dt} = \lambda N$	
$\frac{\text{Rn (g/min)}}{222} = \frac{0.693}{T} \cdot \frac{\text{U (g)}}{238}$	
$U \times \frac{100}{3} \times \frac{1000}{1}$	
$4.7 \times 10^4 \text{ ton}$	$1.5 \times 10^{-2} \text{ ton}$
$1000 \times 200 \times 10 \text{ m}^3$	
$8.9 \times 10^{-3} \text{ g/g}$	$2.8 \times 10^{-9} \text{ g/g}$

ラドンを生ずるために親元素がどれだけあればよいか計算をする。温泉水中に含まれているラドンを生ずるための親が含ウラン鉱物とすればその鉱物に於てウラン—ラジウム間の崩壊が放射平衡にあるとし、 $-\frac{dN_o}{dt} = \lambda N$ に於て単位時間に生ずるラドンの原子数は即ち左辺と等しく、それだけのウランが崩壊す

普通の花崗岩に於けるウラン・ラジウムの含有量はそれぞれ $10^{-6}\text{g/g} \cdot 10^{-12}\text{g/g}$ の桁であり、三朝の温泉水中に含まれているラドンを生ずるための親が含ウラン鉱物中のウランにあるとすればその量はあまりにも多量に無ければならず、三朝温泉の花崗岩に普通にある鉱物には求めにくい。又脈巾1m, ウラ

ン品位 0.1%, 比重 2.5 の鉍脈とすれば, 10000m×1000m の鉍脈がなければならぬ。殊にこの数字はウラン・ラジウム系列で生じたラドンが系列から失われる量や, 出たラドンの三朝の温泉水への寄与を大きくとっているので, 三朝の温泉水中に含まれているラドンは多すぎてその源を花崗岩中のウラン鉍物に迄直接に持って行くことは無理である。又源がペグマタイトとしても計算にあらわれたウランの量が多く, その様なペグマタイトは三朝温泉に於けるボーリングの結果からも考えることは出来ない。

親にラジウムのみを考えた場合には, 花崗岩中のラジウムではなく温泉水を送るパイプの中の沈澱物や, 浴槽の掃除されないところにある沈澱物の中に含まれているラジウムがラドンを発生し, そのRaの含有量はオートラジオグラフィ並に化学分析によると 10^{-10} ~ 10^{-11} g/g の桁であるので, それと同じ様に上に計算されただけの量のラジウムが地下の温泉水の通り道にある沈澱物のなかにあつて, そのラジウムが三朝の温泉水中に含まれているラドンを生ずるという事は考えられる。

質 疑 応 答

片山 (東 大) 計算に用いた $\frac{3}{100}$, $\frac{1}{1000}$ の根拠はたしかか。

相馬 Rn leakage は実験的に 0.06~30% となっている。(Am. mineralogist (1955)) 0.06% は compact な場合である。こゝでは中間をとって普通 3% としたわけである。

梅本 (岡山大) $\frac{1}{1000}$ は地中ガスのうち湧出経路に 0.1% 位が行くと仮定したもので, 実験的根拠はない。

初田 (京 大) Rn がどれだけ温泉中に入るかという問題は, 岩石の grain size, 温度その他種々の factor が多く, みとおしのむづかしい問題である。

斉藤 (東 大) 温泉沈澱物から出る Rn はその中の Ra に由来するが, ここでもそう考えるのが地球化学的に適当で, Uまでもって行くのはどうかと思う。